

Capítulo 8

Especificação, desenvolvimento e implantação de sistemas de automação

Mauro de Mesquita Spinola
Marcelo Schneck de Paula Pessoa
EPUSP-PRO

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



1

As perguntas de hoje:

- Quais são as etapas de um projeto de automação?
- Como especificar sistemas de automação?
- Como desenvolver e implantar sistemas de automação?

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessoa- EPUSP-PRO

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



2

Agenda

- 1. Exercício rápido
- 2. Projetos de automação: elementos essenciais
- 3. Identificação e contexto
- 4. Segurança, confiabilidade e disponibilidade
- 5. Especificação
 - Desenvolvimento de requisitos
 - Gestão de requisitos
- 6. Design e construção
- 7. Implantação, operação, manutenção e descarte.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 3

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



3

1. Exercício rápido

- Quais são os riscos de um projeto de sistema de automação?
- Como eles podem ser mitigados?

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 4

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



4

2. Projetos de automação: elementos essenciais



Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	Design e construção	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 5

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

5

Aplicação



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

Disciplina: PRO3252 Automação e Controle [Profs. Drs. M Spinola e M Pessôa]

Exercício de Especificação de Sistema de Automação

[Identificação do grupo e dos integrantes que participaram da elaboração]

Contextos para o exercício

Cada grupo deve estudar o sistema de automação referente a uma modalidade de esporte e fazer a sua especificação, seguindo o roteiro proposto (veja ao final os itens obrigatórios para este exercício). Basear-se no livro texto da disciplina. Onde requerido, identificar as tecnologias possíveis de serem utilizadas, avaliar os quesitos de

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 6

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

6

Projetos de automação: elementos essenciais



Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	Design e construção	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 7
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

7

3. Identificação e contexto: o ponto de partida



- O que deve e pode ser automatizado?
- Características e necessidades do sistema produtivo
- Lista inicial de sensores e atuadores
- Papel dos operadores e características da interface humano-computador (HCI)
- Questões operacionais (apoio a registros necessário, precisões requeridas)

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 8
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

8

3. Identificação e contexto: o que deve ser automatizado?

- O que deve ser automatizado?
- Esta questão envolve várias outras:
 - Como é o sistema atual?
 - Trata-se de uma evolução de sistema manual para automático?
 - Trata-se de uma evolução tecnológica?



out-20
Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

9

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

9

3. Identificação e contexto: o sistema produtivo

- Características e necessidades do sistema produtivo
 - Compreender a relação tipo de produção versus tipo de automação
 - Verificar os parâmetros flexibilidade versus produtividade



out-20
Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

10

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

10

3. Identificação e contexto: sensores e atuadores

- Lista inicial de sensores e atuadores
 - Que **sensores** são necessários? Onde medir as grandezas?
 - O que deverá ser **comandado automaticamente**?
 - Que **atuadores** são necessários?

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 11

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



11

3. Identificação e contexto: interface humano-sistema

- Papel dos operadores e interface humano-sistema
 - Papel dos operadores
 - Há um **padrão de interface** utilizado na empresa? É **possível usar** esse padrão nesse novo sistema?
 - Quais as principais características de **usabilidade** que devem ser respeitadas?

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 12

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



12

3. Identificação e contexto: questões operacionais

□ Questões operacionais

- Que **registros** devem ser realizados no sistema? Com que **frequência**?
- Vai ser utilizado um sistema tipo **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)**?
- Quais os **ciclos de trabalho**?
- Que **informações** são necessárias para o controle e a gestão do sistema?

out-20

Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

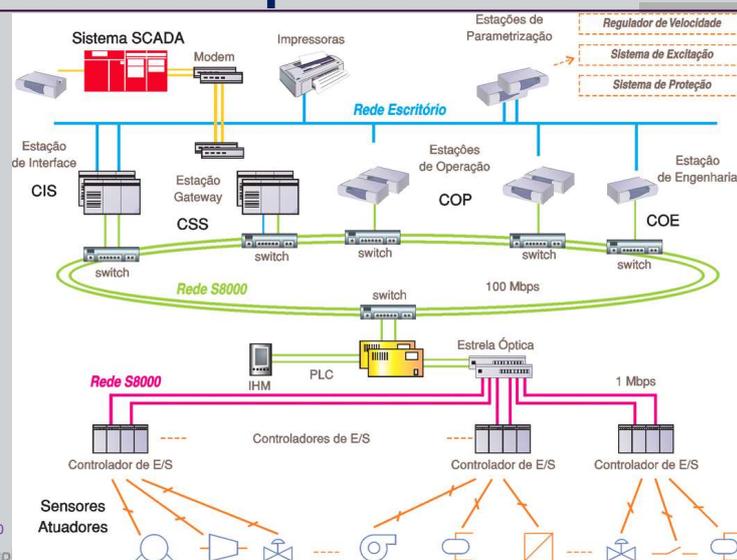
13

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



13

3. Identificação e contexto: questões operacionais



out-20

Escola

14



14

Projetos de automação: elementos essenciais



Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	Design e construção	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 15

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

15

4. Segurança, confiabilidade e disponibilidade



- Realizar análise de risco do sistema
- Avaliar os impactos que o sistema pode trazer no caso de falha
 - Safety
 - Security
 - Availability

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 16

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

16

4. Segurança, confiabilidade e disponibilidade

- ❑ **Proteção contra incidentes randômicos indesejáveis (*safety*)**
 - Podem acontecer como resultado de uma ou mais coincidências
- ❑ **Pontos a considerar:**
 - Seguir legislação
 - Definir paradas de emergência
 - Proteção contra energização incidental
 - Boas práticas de aterramento
 - Materiais adequados (risco de fogo).

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 17

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



17

4. Segurança, confiabilidade e disponibilidade

- ❑ **Proteção contra incidentes intencionais (*security*)**
 - Proteção contra incidentes planejados, maliciosos e criminosos.
 - Definir requisitos de **confiabilidade** (habilidade do sistema para operar sem falhas)
 - **MTBF** (*Mean Time Between Failures*)
 - **MTTR** (*Mean Time To Recovery/Repair*): determinar práticas para obter baixas taxas de MTTR.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 18

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



18

4. Segurança, confiabilidade e disponibilidade

- **Disponibilidade:** razão entre o tempo que um sistema está em funcionamento e o tempo total que é requerido para funcionar.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

- Está ligada com a capacidade de o sistema operar e com a capacidade de recolocar o sistema em operação no caso de falhas.

out-20

Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

19

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



19

Atividade

- **Tópicos 1 e 2**

out-20

Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

20

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



20

Projetos de automação: elementos essenciais



Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	Design e construção	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 21

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

21

5. Especificação de sistemas de automação



- ❑ **Consiste na atividade técnica de estabelecer o conjunto de requisitos do sistema de automação**
- ❑ **Requisitos são as características do sistema, ou descrições de algo que o sistema é capaz de realizar, para atingir os seus objetivos.**
 - Descrevem o que deve ser implementado e as restrições do sistema.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 22

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

22

5. Especificação de sistemas de automação



A especificação de um sistema de automação envolve as seguintes atividades:

- **Desenvolvimento de requisitos** (levantamento e documentação dos requisitos)
- **Gerenciamento de requisitos**

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 23
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

23

5. Especificação de sistemas de automação



Desenvolvimento de requisitos

- requisitos não técnicos
- requisitos funcionais
- requisitos não funcionais
- dispositivos de controle

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 24
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

24

5. Especificação de sistemas de automação

- **Desenvolvimento de requisitos:**
 - Requisitos não técnicos**
 - Aspectos contratuais que têm impacto sobre as características do sistema a ser desenvolvido
 - Prazos
 - Custos



out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 25

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

25

5. Especificação de sistemas de automação

- **Desenvolvimento de requisitos:**
 - Requisitos funcionais**
 - Principais funções
 - **Supervisão:** subsistemas e funções de supervisão.
 - **Controle manual:** subsistemas e comandos de controle manual.
 - **Controle automático:** subsistemas, ações e regras para controle automático.



out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 26

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

26

Atividade

☐ Tópicos 3 e 4





out-20
Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO
27

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

27

5. Especificação de sistemas de automação

☐ Desenvolvimento de requisitos: **Requisitos não funcionais (1/2)**

- Declarações de características gerais e restrições sobre os serviços ou as funções oferecidos pelo sistema

Especificação de requisitos não funcionais de sistemas de automação	
1	Expansibilidade (para sistemas sempre em atualização ou implantados em etapas): capacidade máxima e folga (20%? 10%?) de I/Os; integração com redes; capacidade de memória disponível.
2	Precisão exigida nos cálculos e resultados.
3	Desempenho : tempo de ciclo exigido dos CLPs; I/Os imediatas (tratadas em emergência, independentemente do ciclo dos CLPs); comunicação (tipos e velocidades)
4	HCI (Interação humano-computador) : exigências de usabilidade e apreensibilidade.
5	Restrições ou predefinições técnicas : contadores rápidos, cálculos avançados, controles PID, troca de cartões a quente, rede especificada etc.
6	Confiabilidade : normas para equipamentos, envolvendo exigências relativas à robustez de equipamentos (alimentação, vibração, temperatura, umidade, ventilação etc.)

out-20
Mauro Spinola

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

28

Profs. Drs. M Pessôa e M Spinola

14

5. Especificação de sistemas de automação



Desenvolvimento de requisitos: Requisitos não funcionais (2/2)

- Declarações de características gerais e restrições sobre os serviços ou as funções oferecidos pelo sistema

Especificação de requisitos não funcionais de sistemas de automação	
7	Segurança: CPUs redundantes, preparação para falha segura etc.
8	Vida útil dos equipamentos.
9	Tamanho e peso: exigências para componentes e subsistemas.
10	Restrições e exigências devidas a características da área de implantação: condições ambientais, presença de gases, pó, líquidos etc.
11	Treinamento e apoio técnico necessários para o desenvolvimento do projeto.
12	Treinamento e assistência técnica necessários em tempo de operação.
13	Restrições de custos: equipamentos e acessórios, software (CLPs, sistemas supervisórios e controle, rede), mão de obra.

29

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa - EPUSP-PRO
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

29

5. Especificação de sistemas de automação



Desenvolvimento de requisitos: Dispositivos de controle

- Entrada
- Saída
- Unidade de processamento

Especificação de dispositivos de entrada e saída em sistemas de automação	
1	Número de I/Os e suas classificações (analógicas, digitais etc.)
2	I/Os digitais (sensores, acionamentos): número para cada nível de tensão AC e DC
3	I/Os analógicas (sensores, acionamentos): analisar o range e a resolução.
4	Características técnicas dos dispositivos de entrada: tensão de operação (24, 120 ou 240 volts, AC ou DC), corrente requerida etc.
5	Características técnicas dos dispositivos de saída: tensão de operação (24, 120 ou 240 volts, AC ou DC), consumo de corrente, ciclo de trabalho, faixa de temperatura e de umidade operacionais, dimensões da montagem etc.

30

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

30

5. Especificação de sistemas de automação



□ Documentação de requisitos

- Consiste na elaboração de um documento que contempla todas as características de um sistema de automação que, normalmente é desenvolvido sob encomenda.
- Esse documento serve como referência para o projeto do sistema de automação
- O projeto do sistema de automação normalmente é realizado por empresas terceiras especializadas. Essa é a razão desses cuidados.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 31
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

31

5. Especificação de sistemas de automação



□ Gestão de requisitos:

- Tipicamente, os sistemas de automação:
 - possuem um **grande número de requisitos**.
 - possuem um **grande número de envolvidos (stakeholders)**
 - são de **prazos longos** (superiores a um ano).
- Pelas razões acima é necessário um **controle muito rígido nas alterações de requisitos** durante o andamento do projeto.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 32
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

32

5. Especificação de sistemas de automação



□ Gestão de requisitos

- Compreende todas as atividades voltadas para...
 - ... planejar e gerenciar requisitos dos produtos e componentes do produto do projeto e...
 - ... identificar inconsistências entre esses requisitos e os planos e produtos de trabalho (artefatos) do projeto.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 33
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

33

5. Especificação de sistemas de automação



□ Gestão de requisitos envolve:

- Saber que requisitos são válidos
- Saber quais são as solicitações de alteração de requisitos
- Saber o status de cada requisito:
 - aprovado,
 - implementado,
 - alteração solicitada,
 - alteração aprovada.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 34
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

34

5. Especificação de sistemas de automação

- ❑ **Gestão de requisitos: atividades típicas**
 - Obter **entendimento** dos requisitos (há muitos *stakeholders!*)
 - Analisar **impactos** dos requisitos
 - Gerenciar **mudanças** nos requisitos
 - Manter **rastreabilidade** bidirecional dos requisitos
 - Identificar **inconsistências** entre produtos de trabalho (artefatos), planos de projeto e requisitos

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 35

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



35

Atividade

- ❑ **Tópicos 5, 6 e 7**

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 36

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



36

Projetos de automação: elementos essenciais



Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	<i>Design e construção</i>	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 37
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

37

6. Design e construção de sistemas de automação



- ❑ **Design:** uma solução técnica economicamente viável para atender às especificações estabelecidas
 - Detalha as especificações cobrindo todos os aspectos do sistema.
- ❑ **Construção:** atividades voltadas para a implementação física da solução
 - Prepara o sistema para a implantação, operação e manutenção.

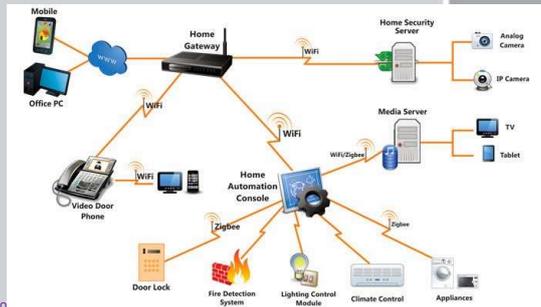
out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 38
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

38

6. Design e construção de sistemas de automação

□ *Design*: atividades típicas (1/3)

- Planejamento e definição da **seqüência de operação**
- Definição da **arquitetura do sistema**:
 - definição dos subsistemas e
 - componentes do sistema, envolvendo hardware, software e mecânica, tanto quanto suas interconexões físicas e lógicas.



out-20

Mauro Spino

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Produção

39

6. Design e construção de sistemas de automação

□ *Design*: atividades típicas (2/3)

- Decisão sobre **desenvolvimento próprio ou aquisição** de cada subsistema.
- Detalhamento dos **subsistemas e componentes** do sistema. Inclui:
 - Apresentação dos dispositivos, desde os de alta até os de baixa voltagem, com uso de esquema pré-definido.
 - Layout dos painéis.
 - Modelagem de software (estática, funcional e dinâmica).
 - Verificação (revisões técnicas, *peer review*) da arquitetura e dos elementos críticos concebidos.

out-20

Mauro Spino - Marcelo Pessôa - EPUSP-PRO

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Produção

40

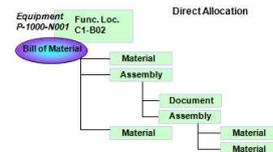
40

6. Design e construção de sistemas de automação

□ Design: atividades típicas (3/3)

- **Explosão de materiais**
(*bill of materials*)
- **Revisões técnicas** do design
- **Ferramentas** de apoio ao design: CAID, CAD, CAE, CAM.

Bills of Material for Technical Objects



out-20

Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

41

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

41

6. Design e construção de sistemas de automação

□ Construção: atividades típicas (1/2)

- **Análise e teste das condições prévias** para implantação especificadas
- **Construção dos subsistemas e componentes**, de acordo com o plano de implantação.
- **Verificação (testes) e integração** desde as unidades até os componentes maiores.

out-20

Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO

42

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

42

6. Design e construção de sistemas de automação

- **Construção: atividades típicas (2/2)**
 - **Preparação do ambiente técnico** para o sistema.
 - **Conversão de dados** a partir dos sistemas legados.
 - **Validação** do sistema (commissioning)

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 43

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



43

Projetos de automação: elementos essenciais

Identificação e contexto	Segurança, confiabilidade e disponibilidade	Especificação	Design e construção	Implantação, operação, manutenção e descarte
Processo produtivo Benefícios Requisitos gerais	Características críticas Riscos	Requisitos	Solução técnica	Implantação Atividades subsequentes

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 44

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



44

7. Implantação, operação, manutenção e descarte

- ❑ A **implantação** de sistemas de automação envolve as seguintes atividades principais:
 - **Planejamento de implantação**
 - **Planejamento de segurança** da operação (*safety* e *security*).
 - Documentação de **recomendações** para usuários.
 - **Integração e instalação** paulatina dos subsistemas e componentes, e integração destes com os demais sistemas de produção.
 - **Educação e treinamento** dos usuários e demais envolvidos com o sistema.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 45

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



45

7. Implantação, operação, manutenção e descarte

- ❑ A **operação** envolve as seguintes atividades principais:
 - **Planejamento e gestão** contínuos da operação
 - **Monitoração** do desempenho do sistema
 - Continuação de **apoio aos usuários e demais envolvidos com o sistema**, através de educação, treinamento e documentação.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 46

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



46

7. Implantação, operação, manutenção e descarte

- ❑ A **manutenção** de sistema está voltada para alterar ou criar funcionalidades, configurações, parâmetros, códigos fontes, base de dados ou condição de instalação em sistemas já homologados.



out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 47
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

47

7. Implantação, operação, manutenção e descarte

- ❑ A **manutenção** envolve as seguintes atividades:
 - Definição de uma **Política de Manutenção**
 - **Gestão das mudanças** do sistema para apoiar os usuários finais
 - Realização de atividades voltadas para **segurança**, tais como backups, planos de contingência e auditorias.
 - Registro de **dados de falhas** para acompanhamento do desempenho do sistema.
 - **Controle dos elementos de reposição** para minimizar falta de peças.



out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 48
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

48

7. Implantação, operação, manutenção e descarte



□ Desativação do sistema de automação

- Ao final do seu ciclo de vida, o sistema deve ser **desativado**.
- O descarte do sistema requer **planejamento** e um conjunto de **cuidados**, em especial quando o sistema tem grande impacto sobre pessoas e equipamentos.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 49

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

49

7. Implantação, operação, manutenção e descarte



□ Desativação de sistemas de automação. Atividades típicas:

- **Notificação** dos técnicos, operadores, usuários e gestores de processos produtivos e sistemas que têm relação com o sistema sendo desativado.
- **Desativação** do sistema.
- **Disposição** dos equipamentos remanescentes.
- **Arquivamento** de dados e componentes do sistema.
- **Registros** que permitam a retenção de conhecimento das ações de desativação e análise de impactos a longo termo.

out-20 Mauro Spinola - Marcelo Pessôa- EPUSP-PRO 50

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção

50

Capítulo 8

**Especificação,
desenvolvimento e
implantação de sistemas
de automação**

**Mauro de Mesquita Spinola
Marcelo Schneck de Paula Pessoa
EPUSP-PRO**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | Departamento de Engenharia de Produção



51